213 使用者の利便性向上のための歩行補助用杖の開発

Development of a new stick for convenience improvement of the users

吉澤 正尹 (福井大) 吉長 重樹 (福井大) ○正 新川 真人 (福井大)

¹ Masatada YOSHIKAWA, Faculty of Education and Regional Studies, University of Fukui, 3-9-1 Bunkyo, Fukui, 910-8507 Japan² Shigeki YOSHINAGA, Headquarters for Innovative Society-Academia Cooperation, University of Fukui, ibid³ Makoto NIKAWA, Faculty of Engineering, University of Fukui, ibid

It is very important for the user of a walking stick while walking to support their weight with the stability of the stick. So, for the improved convenience of the users, we have developed a new stick based on the principles of biomechanics. In this paper, the shape of the stick as decided by new design concepts is outlined, and we have manufactured for trial of the stick using an ultra-high speed 5-axis vertical machining center. It is clarified that the sticks of the trial production are able to reduce the load to knee while walking more than the usual stick. With these results in mind we explain why and how the new stick design is more effective.

Key words: Biomechanics, Digital Engineering, Stick, 5-Axis Machining Center,

1. 緒言

歩行補助用杖の使用者は、杖に体重の一部をあずけられる安全性と、効果的で安定した握りができ、かつ使用による痛みなどのない構造を期待している。一般的に市販されている歩行補助用杖は、重量・構造等の力学的視点及び官能等の心理学的視点を中心にその形状が決定されてきた。従来の力学的・心理学的視点に加え、使用者の身体構造や筋負担等の解剖・生理学的視点を設計思想に組み込むことによって、使用者が期待する新製品の開発が可能となる。そこで著者らは、上記の設計思想に基づき、歩行補助用杖の握り部形状を構築するとともに、シャフトとのジョイント部形状及び石突き部を改良し、使用者の利便性をより向上させることを目的とした新規歩行補助用杖を考案した¹⁾。

本報では、新規に開発した歩行補助用杖の形状及びその評価について述べるとともに、福井大学工学部先端科学技術育成センターに導入されている最新鋭工作機械群²⁾により行った製品の試作について報告する。

+2. 新規歩行補助用杖の握り部形状

Fig. 1 に、新規に開発した歩行補助用杖握り部の概略図を示す。本製品形状の特徴としては、図中右側の幅広い後方把持部と図中左側の膨丘部がある。杖使用時の手掌の手根部分が果たす主な役割は、使用者の上肢から加えられた体重を支え、左右のバランスを保つことである。しかしながら、幅の狭い従来品では体重を狭い面で支えることとなり手掌には単位面積当たり大きなストレスがかかる。この問題を解決するため、後方把持部は、手掌の手根部分に広く接触可能な広さに形成されている。この広い後方把持部に上肢から加えられた体重を架けようとする手関節を曲げた姿勢となり、手関節の筋固定作用により指関節の屈曲が促進され握りの効果も高められる。また、膨丘部は、滑り止めを目的としたものであり、第二指を第一指の内側に入れて握り込めるサイズにして、握りのストレスを軽減した。

3. 試作時に使用した工作機械群

Fig. 2 に、新規歩行補助用杖の試作に使用した立形 5 軸マシニングセンタ ((株) 松浦機械製作所製, LX-0 5AX) を示す。本工作機械の特徴は、主軸回転速度=40,000min⁻¹ と極め

て高速回転であるため、高精度・高速加工が可能である。さらに、加工軸を 5 つ有しているため、比較的容易に難形状製品を 1 クランプで加工することが可能である。

加工に必要な NC データは、3 次元形状データ (CAD データ) から汎用 CAM システム (Gibbs and Associates 社製, GibbsCAM) により CL データ作成後、ポスト処理によって作成している。また、作成された NC データは NC シミュレーション (CG Tech 社製, VERICUT) により干渉、加工状態のチェックを行うとともに、NC データの最適化を行った。

4. 試作品とその性能評価

4・1 試作品 Fig. 3 に、試作した新規歩行補助用杖の外観を示す。握り部は樹脂及びアルミ合金 (A2017S) により試作している。また、加工スケジュールとしては、ラジスエンドミルにより荒加工・中仕上げを行ったのちにボールエンドミルにより仕上げ加工を行った。複雑形状を加工する場合、治具が不適切であるとワークのクランプ方向変更時に表面に段差等の不良箇所が発生する。しかしながら、5 軸マシニングセンタにより加工を行ったため、上記のような不良箇所はほとんど確認されなかった。

石突き部には、レベリングフットを応用し、地床面とのすべりを少なくする工夫がなされている。握り部とシャフトとのジョイント部は、一般的に市販されている杖と比較

Fig. 1 Illustration of grip part in proposed stick

して比較的細い構造となっている。これは、第二指が杖の握りに参画できるとともに、食い込みによる第三指の痛みの低減を図ったものである。

4・2 性能評価 性能評価における被験者は、日常において従来品を使用しているおよそ50名である。検査は、医師の指示、理学療法士の立ち合いのもと、著者が使用方法を指導したうえで実施した。

Fig. 4 に、握り部における新規歩行補助用杖と従来品の官能検査結果を示す。新規歩行補助用杖は従来品と比べて短い時間での利用にもかかわらず、「大変良い」及び「良い」の割合が増加しており、その使用感が向上していることが分かる。

Fig. 5 に、日常的に杖を使用する被験者が新規歩行補助用杖と従来品をそれぞれ使用した際の障害がない脚側における内側広筋（膝関節で体重を支える際に活動する筋）の筋活動を示す。図において、縦軸は測定箇所における電圧を示しており、大きな値ほど筋が活発に活動していることを表す。横軸は歩行の1サイクル（左右の脚でそれぞれ1歩ずつ歩行）を示している。新規歩行補助用杖を使用した際のパルスが従来品と比較して小さくなっている。これは、

Fig. 2 5-axis vertical machining center

Fig. 3 Stick of the trial production

(a) Usual stick

(b) Proposed stick

Fig. 4 Comparison of feeling in part of grip

(a) Usual stick

(b) Proposed stick

Fig. 5 Comparison of electromyograms in vastus medialis muscle

杖に体重をかけやすくなったことによる膝への負担低減を示しているものである。

5. 結 言

歩行補助用杖の使用者にとっての利便性をより向上させた新規杖の開発を目的として、力学的視点、生理学的視点及び解剖・生理学的視点からその形状を考案した。さらに、その性能評価を実施した結果、従来品と比較してその優位性を明らかにした。

将来的には、デジタルエンジニアリングを活用することにより、使用者の体型や手掌形状にあわせたオーダーメイド型の歩行補助用杖の製作が期待できる。

謝 辞

新規歩行補助用杖の試作をしていただきました、福井大学工学部先端科学技術育成センター、テクノアドバイザー各位に感謝の意を表す。

参 考 文 献

- 1) 吉澤正尹：特開 2008-161393.
- 2) 例えば、新川真人ほか：日本工学教育協会平成 20 年度工学・工業教育研究講演会講演論文集、(2008)、94-95.